

УДК 595.752.2:575.174.015.3

О. В. Синчук¹, М. М. Воробьёва², А. П. Колбас³, А. Д. Кохно⁴¹Научный сотрудник лаборатории наземных беспозвоночных животных, НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам, г. Минск, Республика Беларусь²Кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биотехнологии, УО «Полесский государственный университет», г. Пинск, Республика Беларусь³Кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории биогеохимии, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Республика Беларусь; докторант Института природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь⁴Студентка факультета географии и геоинформатики, Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ, ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПОЛИМОРФИЗМ ВАРИАБЕЛЬНЫХ МТ-ГАПЛОТИПОВ COI *ADALIA BIPUNCTATA* (LINNAEUS, 1758) НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Двухточечная коровка (*Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758)) относится к фоновым видам кокцинеллид на территории Беларуси. В статье представлено морфологическое описание личинок, куколок и имаго, указаны преобладающие морфотипы, среди которых большинство относится к *f. turica*, *f. quadrimaculata*, *f. sexpustulata*. Остальные меланисты, *f. lunigera*, *f. sublineata*, *f. annulata*, представлены единичными экземплярами. Имаго и личинки *A. bipunctata* трофически специализированы к питанию дендрофильными тлями. Отмечается конкуренция за пищевые ресурсы с инвазивным видом коровок *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), а также питание личинок и имаго *H. axyridis* личинками, куколками и даже свежееотродившимися имаго *A. bipunctata*. В работе проанализирован фрагмент COI мтДНК, включающий полную последовательность контрольного региона, у 124 особей *A. bipunctata* из разных регионов. Было выявлено 77 переменных сайтов, из них 59 информативных. Образцы из Беларуси имели уникальные замены в 2 позициях. Всего выявлены 45 гаплотипов, 18 из них – впервые. В выборке из Беларуси выявлено 4 гаплотипа, 2 из них – уникальны.

Ключевые слова: *Coccinellidae*, биогеография, биоразнообразие, фенетические формы, генетический полиморфизм.

Введение

Семейство *Coccinellidae* Latreille, 1807 (Insecta: Coleoptera) на территории Беларуси представлено 64 видами [1]. Наиболее богато в видовом отношении население кокцинеллид садов, имеющее большое сходство с таковым лиственных лесов и парковых насаждений. В их числе следующие виды: *Chilocorus bipustulatus* (Linnaeus, 1758), *Chilocorus renipustulatus* (Scriba, 1791), *Stethorus pusillus* (Herbst, 1797), *Scymnus ferrugatus* (Moll, 1785), *Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758), *Adalia decempunctata* (Linnaeus, 1758), *Coccinella quinquepunctata* Linnaeus, 1758, *Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758, *Oenopia conglobata* (Linnaeus, 1758), *Calvia quatuordecimguttata* (Linnaeus, 1758), *Propylaea quatuordecimpunctata* (Linnaeus, 1758), *Myzia oblongoguttata* (Linnaeus, 1758), *Anatis ocellata* (Linnaeus, 1758). Последние два вида – обычные обитатели хвойных лесов, но в Беларуси встречаются также и в садах [2].

Род *Adalia* Mulsant, 1846 представлен в фауне Беларуси 3 видами: *A. bipunctata*, *A. decempunctata* и *A. conglobata* (Linnaeus, 1758) [1]. Первый наиболее часто регистрируется в древесных насаждениях [3; 4]. Данный вид морфологически полиморфен: во всех популяциях обнаруживаются формы с преимущественно красной или черной окраской надкрылий, на красном фоне обычно два округлых черных пятна, на черном – 2–4–6 красных пятен. На севере и на юге регистрируются особи с многочисленными темными пятнами на красном или розовом фоне, их часто ошибочно причисляют к близкому виду – *A. decempunctata* либо присваивают самостоятельный статус. Результаты молекулярно-генетического анализа позволили заключить, что формы с многочисленными пятнами следует рассматривать как *A. bipunctata* [5].

На сегодняшний день в литературе представлено недостаточно сведений об особенностях биологии *A. bipunctata*, распространении вида на территории Беларуси, а также полиморфизме переменных мт-гаплотипов COI, в связи с чем данный объект имеет важное научно-теоретическое значение.

Цель работы – описать морфы имаго *A. bipunctata*, отмеченные на территории Беларуси, рассмотреть некоторые особенности биологии данного вида, представить карту регистраций *A. bipunctata* на территории Беларуси, оценить представленность в BOLD нуклеотидных последовательностей COI и полиморфизм переменных мт-гаплотипов COI.

Методы и методология исследования

Материалом для исследования послужили данные GBIF [6], коллекционные материалы и наблюдения О. В. Синчука за 2013–2024 гг., данные из научных публикаций, некоторые коллекционные материалы фондов лаборатории систематики насекомых Зоологического института РАН и Зоологического музея Вильнюсского университета. Идентификацию видов кокциненеллид [7; 8; 9] и связанных с ними тлей [10; 11] осуществляли с использованием специализированных ключей. Описание меланистов (форм) выполняли согласно обзору «A Natural History of Ladybird Beetles» [12]. Работа с коллекционным материалом проводилась в соответствии с классическими подходами [13]. Использовались следующие стереомикроскопы: МБС-9, Optec SZ780, Zeiss Stemm 2000. Фотографии кокциненеллид выполнены с использованием камер мобильных устройств Xiaomi Redmi 9 и Realme C33 со съёмным объективом Raynox DCR-250. Формы (морфы) коровок, личинка и куколка зарисованы с использованием свободного программного обеспечения Krita ver. 5.2.6. Данные аккумулировались и структурировались с использованием стандартных табличных редакторов. Для построения карт использованы среда RStudio [14] и Inkscape ver. 1.4.

Оценка представленности нуклеотидных последовательностей COI проведена на основе данных международной базы нуклеотидных последовательностей – BOLD [15]. Оценку полиморфизма переменных мт-гаплотипов COI проводили в программе MEGA 11, предварительно выполнив выравнивание средствами Clustal W. Для выявления гаплотипов использовали программу DNA sp. Для построения дендрограммы были использованы последовательности анализируемой области мтДНК из базы нуклеотидных последовательностей BOLD. Дерево построено на основе алгоритма программы MEGA 11 методом присоединения ближайших соседей с использованием параметрической модели Kimura 2.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам проведенных исследований подготовлено описание личинок, куколок и имаго по сборам с территории Беларуси.

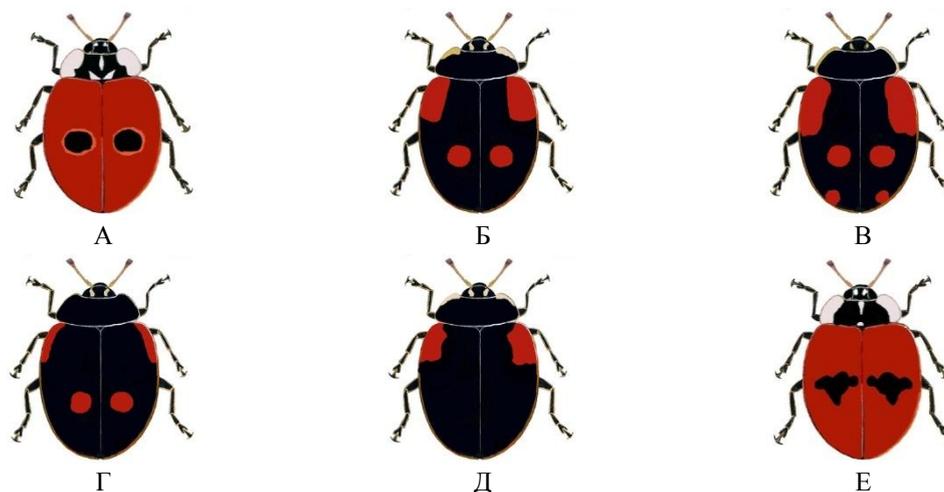
Имаго имеют продолговато-овальную форму тела (рисунок 1). Окраска переменная. Переднеспинка белая, обычно с М-образным пятном посередине, иногда с 5 бурыми или черными пятнами. Элитры красные или рыжие, каждое надкрылье имеет одно белое или черное расплывчатое пятно (f. *annulata*) или черную точку посередине (f. *typica*). Точка может быть небольшой, окружённой белой каймой. Иногда точка увеличена в размерах, вытянута в ширину или сливается с появившимся у бокового края пятном (f. *annulata*). Также регистрируются особи с черной переднеспинкой или с узкой белой полосой по бокам и впереди. Иногда могут отмечаться 2 или 4 небольших белых пятна впереди переднеспинки. Элитры имеют черный цвет с красными большими четырехугольными плечевыми пятнами и округлыми пятнами, расположенными посередине надкрылий близ шва и у их вершины. Число пятен различно, чаще всего 2 (f. *quadrimaculata*) или 4 (f. *sempustulata*). Имеются особи, у которых плечевые пятна могут быть сильно сужены (f. *lunigera*), иногда даже иметь лунообразной форму. У некоторых меланистов могут присутствовать только плечевые пятна (f. *sublunata*). Брюшко черное, лишь по краям иногда светлое. У самцов основание 5-го стернита с небольшой вырезкой. Ноги рыжие или черные. Длина тела – 3,5–5,5 мм.

Особи, относимые к f. *typica*, в исследуемых популяциях составляют более чем 70 %. Доля особей, принадлежащих к основному «черным» формам (f. *quadrimaculata*, f. *sempustulata*), может достигать до 30 %. Другие меланисты – f. *lunigera*, f. *sublunata*, f. *Annulata* – представлены единичными экземплярами.

Кроме того, зарегистрированы следующие гетерогенные формы меланистов, которые возникли в результате гибридизации: f. *lunigera* x f. *sempustulata*, f. *quadrimaculata* x f. *impunctata*, f. *sempustulata* x f. *impunctata*, f. *annulata* x f. *duodecempustulata*. В Беларуси не выявлены f. *impunctata*, f. *duodecempustulata*, но интересно присутствие соответствующих аллелей у гетерогенных форм.

Имаго – с марта в активном состоянии, зимующие в щелях построек особи могут регистрироваться и ранее. Самки размещают по 5–25 яиц (всего самки за одну генерацию откладывают до нескольких сотен яиц) кладками, чаще – на нижней стороне листьев, иногда – на других частях растений в конце апреля – начале мая. Индивидуальное развитие первого поколения проходит

в следующие сроки: выход личинок из яиц – через 4–7 суток, развитие личинок – 17–20 суток, стадия куколки проходит 4–5 суток. Второе поколение может развиваться гораздо быстрее. На территории Беларуси отмечено развитие двух поколений в год, изредка может формироваться третье поколение (при достаточной кормовой базе и благоприятных погодных условиях).



А – f. *typica*; Б – f. *quadrimaculata*; В – f. *sexpustulata*; Г – f. *lunigera*; Д – f. *sublunata*; Е – f. *annulata*
Рисунок 1 – Морфы (формы) двухточечной коровки (*Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758)), отмеченные на территории Беларуси (фото О. В. Синчук)

Голова личинки желтая, только ее бока черные. Тергиты груди серые, с черными щитками (рисунок 2). Тергиты брюшка светло-черные с маленьким белым пятном посередине почти всех сегментов. Парасколи DL1 и D4, а также пространство между ними оранжевого цвета. Данный признак выражен очень хорошо и служит основным признаком для идентификации личинок. Остальные парасколи D и DL черного цвета. Парасколи L1 и L4 желтые, на других сегментах беловатые, с серой или черной вершиной. С нижней (вентральной) стороны личинка *A. bipunctata* серовато-желтого цвета, посередине стернитов груди имеются оранжевые пятна. Ноги полностью черные. Длина личинок последних возрастов – 5,0–8,9 мм.



А



Б

А – на листовой пластинке *Cornus* sp.; Б – схематический рисунок
Рисунок 2 – Личинки двухточечной коровки (*Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758)) (фото О. В. Синчук)

Тело куколки расширено посередине (рисунок 3). Окраска сильно варьирует. Переднеспинка желтая, светло-коричневая или черная, с желтыми пятнами. Цвет надкрылий может меняться от желтого, через светло-коричневый, до темно-коричневого, с желтыми пятнами. Первые брюшные сегменты розовые или желтые, с перламутровым оттенком. Срединные пятна на четвертом и пятом

брюшных сегментах продолговатые и самые крупные. Наличник и верхняя губа куколки шестиугольной формы. Боковые выросты брюшных сегментов с округло-треугольными наружными краями. Длина куколок – 5,0–5,5 мм [16].



А



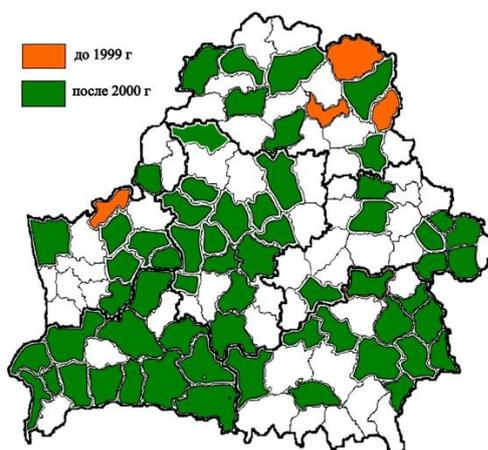
Б

А – на листовой пластинке *Prunus cerasifera*; Б – схематический рисунок
Рисунок 3 – Куколки двухточечной коровки (*Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758)) (фото О. В. Синчук)

На территории Беларуси двухточечная коровка – один из наиболее массовых представителей семейства Coccinellidae. По обработанной биогеографической информации данный вид кокциnellид относится к фоновым для территории Беларуси. Двухточечная коровка отмечается во всех 6 административных областях (6 геоботанических округах) [1], 4 агроклиматических областях и 62 административных районах республики (рисунок 4 а, б). В ближайшие годы карта регистраций, несомненно, будет дополнена.



А



Б

А – карта с точками регистрации; Б – карта регистрации вида по административным районам
Рисунок 4 – Распространение двухточечной коровки (*Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758)) на территории Беларуси (фото О. В. Синчук)

Встречается во всех биотопах при условии произрастания древесных растений и присутствия кормовой базы – дендрофильных тлей [4]. В условиях Беларуси нами отмечено питание личинок и имаго *A. bipunctata* следующими видами тлей: *Aphis pomi* de Geer, 1773, *Aphis spiraeicola* Patch, 1914, *Aphis fabae* Scopoli, 1763, *Aphis gossypii* Glover, 1877, *Cryptomyzus ribis* Linnaeus, 1758, *Aphis craccivora* Koch, 1854, *Hyadaphis tataricae* Aizenberg, 1935, *Brachycaudus divaricatae* Shaposhnikov, 1956, *Panaphis*

juglandis (Goeze, 1778), *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach, 1843), *Eucallipterus tiliae* (Linnaeus, 1758), *Appendiseta robiniae* (Gillette, 1907), *Therioaphis tenera* (Aizenberg, 1956), *Anoecia corni* (Fabricius, 1775), *Schizolachnus pineti* F., *Hyalopterus pruni* (Geoffroy, 1762), *Phorodon humuli* (Schrank, 1801), *Cinara* spp., *Cavariella* spp., *Tinocallis* spp. и многими другими.

В течение вегетативного сезона у *A. bipunctata* может наблюдаться смена биотопов. Весной и в начале лета в агроценозах (садах) отмечается питание двухточечной коровки чаще всего на *A. pomi*, *C. ribis*, *H. pruni*, также может наблюдаться в колониях и агрегациях на черемухе, вязах, караганах и свидинах (рисунок 5). На травянистых растениях двуточечные коровки в период развития первой генерации встречаются очень редко. Со второй половины лета численность тлей в садах уменьшается, и коровки обнаруживаются на травянистых и древесных растениях в других биотопах, включая посевы злаковых культур.



А – на колониях *Brachycaudus divaricatae* на алыче; Б – на листовой пластинке вяза шершавого в агрегации тлей рода *Tinocallis*

Рисунок 5 – Имаго двухточечной коровки (*Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758)) с кормовыми объектами (фото О. В. Синчук)

Исходя из достаточно высокой плотности популяций двухточечной коровки, можно рассматривать данных кокцинеллид в качестве агентов биологического метода контроля численности грудохоботных насекомых в условиях садовых и декоративных зеленых насаждений. Важным является контроль популяций как инвазивных, так и чужеродных видов дендрофильных тлей.

В последние десятилетия произошла инвазия на территорию Беларуси азиатской божьей коровки (*Harmonia axyridis*) [17], которая выступает конкурентом за пищевые ресурсы. Более того, отмечено питание этих коровок яйцами, личинками и куколками *A. bipunctata*, что имеет следствием вытеснение аборигенного вида и снижение численности его популяций.

На время подготовки настоящей работы в BOLD было депонировано 183 нуклеотидных последовательности COI особей рассматриваемого вида коровок из разных регионов мира (таблица 1).

Таблица 1 – Оценка представленности в BOLD нуклеотидных последовательностей COI особей *Adalia bipunctata* из разных регионов мира

Страна-коллектор	Число последовательностей	ID образца
Канада	69	BIOUG00676-A11, 10PCCOL-0681, CNC COLEO 00154037, CNC COLEO 00154039, BIOUG06167-E01, BIOUG16790-B02, BIOUG16843-F03, BIOUG16879-F07, BIOUG16992-E11, BIOUG03602-E04, CHU06-COL1-442, CHU06-COL1-443, CHU06-COL1-445, CHU06-COL1-449, CHU06-COL1-574, CHU06-COL1-575, CHU06-COL1-773, CHU06-COL1-576.1, CHU06-COL1-577.1, CHU-MXC-041, 10PROBE-20751, 10PROBE-20761, CNC 312371, BIOUG21978-F08, BIOUG21978-F09, BIOUG22030-H07, BIOUG22020-A03, BIOUG22020-A04, BIOUG22020-A05, BIOUG22020-A06.

Продолжение таблицы 1

		BIOUG22020-A07, BIOUG22020-A09, BIOUG22020-A11, BIOUG22020-A12, BIOUG22020-B01, BIOUG22020-B03, BIOUG22020-B04, BIOUG22020-B05, BIOUG22020-B06, BIOUG22020-B07, BIOUG22020-B08, BIOUG22020-B09, BIOUG22020-B10, BIOUG22020-B11, BIOUG22020-B12, BIOUG22020-C02, BIOUG22021-B06, BIOUG22050-A04, BIOUG22057-E04, BIOUG22057-E05, BIOUG22057-E06, BIOUG22005-C07, BIOUG25488-F01, BIOUG25560-D04, BIOUG25518-F12, BIOUG25609-F06, BIOUG25609-F08, BIOUG25617-F04, BIOUG25627-C08, BIOUG31073-G11, BIOUG04954-H02, 08BBCOL-0329, 09PROBE-CV070, 08COONT-CV084, 08CHUCOL-CV085, TWCOL-2005, CBG-A11458-F07, BIOUG73607-A07, BIOUG51614-H07
Турция	1	CGAEC-027
Финляндия	6	ZMUO.007175, ZMUO.004976, ZMUO.007346, ZMUO.024374, ZMUO.023903, ZMUO.023904
Великобритания	2	NHMUK014440628, AJ313070
Германия	16	BC ZSM COL 01068, BC ZSM COL 01069, BFB_Col_FK_5452, BFB_Col_FK_4470, BFB_Col_FK_8123, BFB_Col_FK_9465, GBOL_Col_FK_0175, GBOL_Col_FK_1065, GBOL_Col_FK_2022, GBOL_Col_FK_2118, GBOL_Col_FK_4020, GBOL04061, GBOL04073, ZFMK-TIS-10712, ZFMK-TIS-2509269, ZFMK-TIS-2512317
Иран	17	GBOL00006, GBOL00007, GBOL00008, GBOL00009, GBOL00010, GBOL00011, GBOL00012, GBOL00013, GBOL00014, GBOL00015, GBOL00016, GBOL00017, GBOL00018, GBOL00019, GBOL00020, GBOL00021, GBOL00022
Узбекистан	6	OR964512, OR964513, OR964511, OR964520, OR964519, JQ757048
Россия	37	OR964514, AJ312060, HM150667, HM150668, HM150669, HM150670, HM150671, HM150672, HM150673, HM150674, HM150675, HM150676, HM150677, HM150678, HM150679, HM150680, HM150681, HM150682, HM150683, HM150684, HM150685, HM150686, HM150687, HM150688, HM150689, HM150690, HM150691, HM150692, HM150693, HM150694, HM150695, HM150696, HM150697, HM150698, HM150699, HM150700, MZ043111
Франция	3	MW551250, BC-LPRCorse4356, UM_ACXV_0068
Армения	1	KY765912
Америка	1	KY765913
Норвегия	4	KY795020, KY795021, NOCOL411, NOCOL412
США	5	MF152786, UAM:Ento:168063, UAM:Ento:146197, Ento:14712, 10BBCOL-0456
Китай	1	EU392416
Италия	2	GBOL11990, ZFMK-TIS-2508405
Япония	1	LC557519
Беларусь	4	BIOUG36513-G12, BIOUG36466-C09, BIOUG36609-D09, BIOUG36513-G11
Аргентина	4	VAQAR-551-AB, VAQAR-182-AB, VAQAR-239-AB, VAQAR-699-AB
Польша	2	MH115505, MH115506

Для коллектированных на территории Беларуси особей *A. bipunctata* определены четыре нуклеотидные последовательности гена COI, имеющие следующие коды доступа в BOLD: GMBMA025-17, GMBMA026-17, GMBMK020-17, GMBML022-17.

Для оценки полиморфизма переменных мт-гаплотипов COI в настоящем исследовании использовали 124 нуклеотидные последовательности из Канады [BBCCM563-10, BBCCN776-10, CNCCF1939-12, CNCCF1942-12, CNIVB1123-14, CNIVF059-14, CNWLD926-12, CNGRH471-13,

CNIVA646-14, CNIVH166-14, HMCOC161-07, HMCOC163-07, HMCOC167-07, HMCOC293-07, HMCOC491-07, HMCOC638-09, HMCOC639-09, HMCOC640-09, JSCOC099-09, LVCOC034-10, LVCOC044-10, MPCAN1684-18, SMTPL8606-15, SMTPL8607-15, SMTPM424-15, SMTPM3579-15, SMTPM423-15, SMTPM425-15, SMTPM426-15, SMTPM429-15, SMTPM431-15, SMTPM432-15, SMTPM433-15, SMTPM435-15, SMTPM436-15, SMTPM437-15, SMTPM438-15, SMTPM439-15, SMTPM440-15, SMTPM441-15, SMTPM442-15, SMTPM443-15, SMTPM465-15, SMTPM444-15, SMTPM5189-15, SMTPM6080-15, SMTPM6081-15, SMTPM6082-15, SMTPM913-15, SMTPO7646-15, SMTPO7797-15, SMTPP2619-15, SMTPP2828-15, SMTPP2830-15, SMTPP3439-15, SMTPR5932-16, SSEIA4530-13, TTCFW556-08, TWCOL575-10, SMTPM427-15, YBIVV3107-23, YDBB2532-21, YDBB517-21], Турции [CGAEC027-09], Ирана [FBCOK761-13, FBCOK789-13, FBCOK795-13, FBCOK800-13, FBCOK801-13, FBCOK803-13, FBCOK804-13, FBCOK810-13, FBCOK813-13, FBCOK817-13, FBCOK821-13, FBCOK835-13, FBCOK851-13, FBCOK854-13], Финляндии [COLFE1380-13, COLFE416-12, COLFF981-13, COLFH1004-15, COLFH670-15, COLFH671-15], Великобритании [DTNHM9619-23], Германии [FBCOV308-10, FBCOV309-10, FBCOF1082-12, FBCOF195-12, FBCOJ143-12, FBCOK155-13, FBCOK845-13, FBCOK834-13, FBCOK855-13, GBCOV175-12, GBCOV495-12, GBCOC787-12, GBCOC883-12, GBCOG220-13, GBCOU4532-14, GBCOU4544-14, GCOL1519-16, GCOL7043-16, GCOL8045-16], России [GBCL0919-06], Китая [GBMIN13490-13], Узбекистана [GBMIN26584-13], Италии [GBMIX1798-15, GCOL6511-16], Японии [GBMNC62524-20, GBCL0921-06], Норвегии [GMNWI3884-14, NOCLP414-16, NOCLP415-16], Беларуси [GMBMA025-17, GMBMA026-17, GMBMK020-17, GMBML022-17], Франции [LPRCC556-20], США [UAMIC2384-14, UAMIC2430-14, USCOC456-10] и Польши [GBCL33274-19, GBCL33275-19]. Длина анализируемого фрагмента гена COI составила 591 п. н. (анализируемый регион – с 46 по 637 п. н. гена COI).

После множественного выравнивания полученных последовательностей выявлено 77 вариабельных сайтов в позициях 49A↔G, 50T↔C, 61A↔T, 67T↔C, 73A↔G, 79A↔G, 85A↔T↔C↔G, 94A↔T, 95C↔T, 118A↔G, 119C↔T, 124C↔T↔A, 133C↔T, 136A↔G, 137C↔T, 142C↔T, 151C↔T, 157T↔C, 169C↔T, 172A↔T, 214C↔A↔T, 226A↔G, 241A↔G, 242C↔T, 250G↔T↔A, 251C↔T, 262A↔G, 265A↔G, 274A↔G, 280C↔T, 283A↔G, 310A↔G, 316C↔T, 323C↔T, 328C↔T, 329C↔A, 331T↔A↔G, 332T↔C, 340C↔T, 347A↔G, 358A↔G, 361A↔G, 373A↔G, 379A↔G, 382A↔T, 385C↔T, 388A↔C↔T, 391T↔C, 403T↔C, 404A↔C, 406A↔T, 415T↔C, 418A↔G, 421T↔C, 436A↔G, 446T↔C, 451A↔T, 457T↔C, 478G↔A, 493C↔T, 511G↔A, 514A↔T, 520G↔A↔T, 523G↔A↔T, 529C↔T, 530C↔T, 532A↔T, 580A↔T, 586A↔T, 589A↔G, 592A↔T, 595A↔G, 598A↔G, 601A↔C, 623T↔C, 634T↔C, 637T↔A, из них 59 информативных. Образцы из Беларуси имели уникальные замены в позициях 265G↔A и 331G↔T. Среди исследованных последовательностей выделено 45 гаплотипов, 18 – впервые. Распределение гаплотипов по выборкам представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение мт-гаплотипов COI у особей из разных регионов

Регион	Гаплотипы	Количество
Канада	Нар_1	5
	Нар_2	10
	Нар_3	1
	Нар_4	1
	Нар_5	3
	Нар_6	1
	Нар_7	1
	Нар_9	1
	Нар_12	1
	Нар_13	1
	Нар_14	1
	Нар_23	3
	Нар_27	1
	Нар_28	1
	Нар_29	1
Нар_31	1	

Продолжение таблицы 2

	Нар_32	2
	Нар_33	16
	Нар_34	1
	Нар_35	1
	Нар_36	1
	Нар_37	1
	Нар_38	1
	Нар_39	2
	Нар_40	1
	Нар_41	1
	Нар_42	1
	Нар_45	1
Германия	Нар_4	1
	Нар_7	2
	Нар_8	3
	Нар_9	7
	Нар_11	4
	Нар_16	1
	Нар_18	1
Финляндия	Нар_4	1
	Нар_7	1
	Нар_8	1
	Нар_9	2
	Нар_10	1
Великобритания	Нар_7	1
Япония	Нар_8	1
	Нар_9	1
Беларусь	Нар_8	1
	Нар_9	1
	Нар_20	1
	Нар_21	1
Иран	Нар_9	14
Италия	Нар_9	1
	Нар_19	1
Норвегия	Нар_9	1
	Нар_22	1
Узбекистан	Нар_11	1
Россия	Нар_15	1
Китай	Нар_17	1
США	Нар_23	2
	Нар_39	1
Франция	Нар_27	1
Норвегия	Нар_30	1
Польша	Нар_43	1
	Нар_44	1

Гаплотип, обозначенный нами Нар_9, выявлен в большинстве выборок, в том числе и в выборке из Беларуси. Всего в выборке из Беларуси выявлено 4 гаплотипа, среди которых 2 гаплотипа схожи с выборками из Германии (Нар_8, Нар_9), Финляндии (Нар_8, Нар_9), Японии (Нар_8, Нар_9), Ирана (Нар_9), Италии (Нар_9), Норвегии (Нар_9), а 2 гаплотипа (Нар_20 и Нар_21) уникальны для выборки из Беларуси (рисунок 6).

Филогенетическое дерево отражает гаплотипы анализируемой области мтДНК COI у особей *A. bipunctata*, коллектированных из разных регионов. На основе проведенного анализа можно заключить, что гаплотипы у особей из Беларуси происходят от линии *A. bipunctata* из Европы и/или Канады, что хорошо коррелируется с литературными данными, свидетельствующими о проис-

Всего выявлено 45 гаплотипов, 18 – впервые. В выборке из Беларуси выявлено 4 гаплотипа, среди которых 2 гаплотипа схожи с выборками из Германии (Нар_8, Нар_9), Финляндии (Нар_8, Нар_9), Японии (Нар_8, Нар_9), Ирана (Нар_9), Италии (Нар_9), Норвегии (Нар_9), а 2 гаплотипа (Нар_20 и Нар_21) уникальны для выборки из Беларуси. На основе проведенного анализа все гаплотипы особей из Беларуси происходят от линии *A. bipunctata* из Европы и/или Канады, что хорошо коррелируется с литературными данными, свидетельствующими о происхождении и распространении *A. bipunctata* на территории Беларуси.

Благодарности

Авторы выражают благодарность заместителю директора по научной работе Зоологического Института Российской академии наук, доктору биологических наук С. Ю. Синеву и доктору (PhD) А. Поденасу за предоставленную возможность изучения коллекционных материалов по кокцинеллидам Беларуси. Также благодарим заведующего кафедрой зоологии биологического факультета Белорусского государственного университета, доктора биологических наук, профессора С. В. Бугу за консультации в идентификации тлей, а также за рекомендации и советы по улучшению текста данной научной публикации.

Исследования частично поддержаны грантом БРФФИ-БРЕСТ № Х24Б-005 «Комплексное исследование садовых агроэкосистем Брестского региона с целью повышения качества и экологичности продукции при переходе к органическому земледелию» (№ ГР 20241063 от 03.06.2024 г.).

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. The Check-List of Belarus Coleoptera / O. Aleksandrowicz [et al.] – Słupsk : Uniwersytet Pomorski w Słupsku, 2023. – 190 p.
2. Семьянов, В. П. Кокцинеллиды агроценозов Белоруссии / В. П. Семьянов // Биологический метод защиты растений : тез. докл. науч.-произв. конф., г. Минск, 10–11 окт. 1984 г. – Минск, 1984. – С. 69–71.
3. Буга, С. В. Энтомофаги серой свидинно-злаковой тли на первичных растениях хозяевах / С. В. Буга // Биологический метод защиты растений : тез. докл. науч.-произв. конф., г. Минск, 18–19 апр. 1990 г. – Минск, 1990. – С. 73–74.
4. Буга, С. В. Обзор фауны кокцинеллид (Coleoptera: Coccinellidae) Белоруссии / С. В. Буга, Е. С. Шалапенко // Фауна и экология жесткокрылых Белоруссии. – Минск: Навука і тэхніка, 1991. – С. 111–121.
5. Захаров, И. А. Молекулярно-генетическое изучение географических форм жуков *Adalia bipunctata* и *A. frigida* / И. А. Захаров, Е. В. Шайкевич // Экологическая генетика. – 2014. – Т. XII, № 3. – С. 52–59.
6. GBIF.org [database]. – [Copenhagen], 2001–2025. – URL: <https://doi.org/10.15468/dl.6anbv8> (date of access: 04.01.2025).
7. Савойская, Г. И. Личинки кокцинеллид (Coleoptera, Coccinellidae) фауна СССР. – Л. : Наука, 1983. – 244 с. – (Определители по фауне СССР. Вып. 137).
8. Nedvěd, O. Ladybird Beetles of Central Europe / O. Nedvěd. – Prague : Academia, 2015. – 304 p. – (Zoological Keys. Vol. 4).
9. A multi-access identification key based on colour patterns in ladybirds (Coleoptera, Coccinellidae) / S. Jouveau, M. Delaunay, R. Vignes-Lebbe, R. Nattier // ZooKeys. – 2018. – Vol. 758. – P. 55–73. DOI: 10.3897/zookeys.758.22171.
10. Blackman, R. L. Aphids on the World's Trees: An Identification and Information Guide / R. L. Blackman, V. F. Eastop. – Wallingford : CAB International, 1994. – 987 p.
11. Ellis, W. N. Plant parasites of Europe: leafminers, galls and fungi [site] / W. N. Ellis. – [Amsterdam], 2001–2025. – URL: <https://bladmineerders.nl> (date of access: 07.01.2025).
12. Majerus, M.E.N. A natural history of ladybird beetles / M.E.N. Majerus / Eds. H. E. Roy, P. M. J. Brown. – New York : Cambridge University Press, 2016. – 397 p.
13. Голуб, В. Б. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала / В. Б. Голуб, М. Н. Цуриков, А. А. Прокин. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 339 с.
14. Синчук, О. В. Картирование распространения инвазивных видов животных фауны Беларуси средствами RSTUDIO / О. В. Синчук, С. В. Буга // Международный конгресс по информатике:

информационные системы и технологии = International Congress on Computer Science: Information Systems and Technologies : материалы междунар. науч. конгресса, Республика Беларусь, Минск, 24–27 окт. 2016 г. / редкол.: С. В. Абламейко (гл. ред.), В. В. Казаченок (зам. гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – С. 185–188. – URL: https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/159795/1/%d0%a1%d0%b8%d0%bd%d1%87%d1%83%d0%ba_%d0%91%d1%83%d0%b3%d0%b0.pdf (дата обращения: 07.01.2025).

15. BOLD Systems v3 [database] – [Guelph], 2014–2025. – URL: <https://v3.boldsystems.org> (date of access: 07.01.2025).

16. Савойская, Г. И. Тлёвые коровки / Г. И. Савойская. – М. : Агропромиздат, 1991. – 78 с. – (Библиотечка по защите растений).

17. The harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: global perspectives on invasion history and ecology / Н. Е. Roy, Р. М. J. Brown, Т. Adriaens [et al.] // *Biological Invasions*. – 2016. – Vol. 18. – P. 997–1044. – DOI: 10.1007/s10530-016-1077-6.

Поступила в редакцию 03.02.2025

E-mail: aleh.sinchuk@gmail.com; masch.89@mail.ru;
kolbas77@mail.ru

A. V. Sinchuk, M. M. Varabyova, A. P. Kolbas, A. D. Kohno

FEATURES OF BIOLOGY, GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION AND POLYMORPHISM
OF VARIABLE HAPLOTYPES OF THE MTDNA COI OF *ADALIA BIPUNCTATA*
(LINNAEUS, 1758) IN BELARUS

The two-spotted lady beetle (*Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758)) is classified as a background species of coccinellids in Belarus. This article presents a morphological description of larvae, pupae, and imagos, indicating the predominant morphotypes, the majority of which belong to f. *typica*, f. *quadrimaculata*, and f. *sexpustulata*. The remaining melanistic forms, f. *lunigera*, f. *sublunata*, and f. *annulata*, are represented by single specimens. The imagos and larvae of *A. bipunctata* are trophically specialized for feeding on dendrophilous aphids. Competition for food resources with the invasive ladybird species *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) has been observed, as well as the predation of *A. bipunctata* larvae and imagos by *H. axyridis* larvae, pupae, and even freshly emerged imagos. The study analyzes a fragment of the COI mitochondrial DNA, including the complete sequence of the control region, from 124 *A. bipunctata* individuals collected from various regions. A total of 77 variable sites have been identified, of which 59 are informative. Samples from Belarus exhibited unique substitutions at 2 positions. In total, 45 haplotypes have been identified, 18 of which for the first time. Four haplotypes have been found in the Belarusian sample, two of which are unique.

Keywords: *Coccinellidae*, biogeography, biodiversity, phenetic forms, genetic polymorphism.